

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-165849

(43)Date of publication of application : 26.06.1990

(51)Int.Cl.

B22D 11/06

(21)Application number : 01-155647

(71)Applicant : KAWASAKI STEEL CORP

(22)Date of filing : 20.06.1989

(72)Inventor : YUKIMOTO MASAO  
SHIBUYA KIYOSHI  
SUGA TAKAHIRO  
OZAWA MICHIHARU

(30)Priority

Priority number : 36323959

Priority date : 27.09.1988

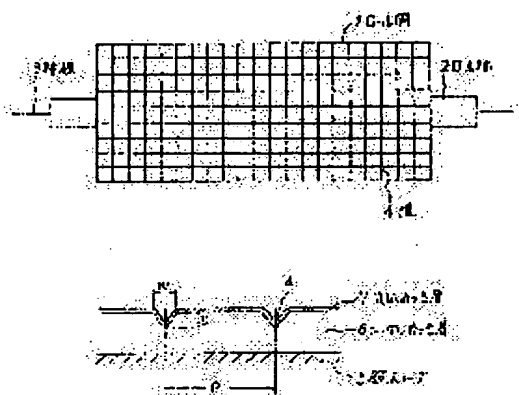
Priority country : JP

(54) COOLING ROLL FOR REDUCING TWIN ROLL TYPE RAPIDLY COOLED STRIP

(57)Abstract:

PURPOSE: To stably produce a strip having good quality without any defect by forming grooves having the specific size on Ni plating layer applied on circumferential face of a cooling roll, using the cooling roll applying Cr plating layer further on this layer and rapidly cooling and solidifying molten metal.

CONSTITUTION: By using one pair of the cooling rolls, the strip having  $\leq 1\text{mm}$  thickness is directly produced by rapidly cooling and solidifying from the molten metal. In the above twin roll type rapidly cooled strip producing apparatus, the cooling roll is constituted of a roll shaft 2 and roll barrel 1. The Ni plating layer 6 is applied on circumferential face of copper sleeve 5 in this roll barrel 1 and the grooves 4 having 0.05–0.20mm width W, 0.05–0.15mm depth D and 0.05–2.0mm pitch P thereof, are formed on this. Further, the surface of this Ni plating layer 6 is coated with the Cr plating layer 7. By this method, the rapidly cooled strip having good quality without any surface defect and internal defect is obtd. and also generation of roll crack, breakout and entwining to the cooling roll are prevented.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-165849

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

B 22 D 11/06

識別記号

3 7 0 B

庁内整理番号

8823-4E

⑭ 公開 平成2年(1990)6月26日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 双ロール式急冷薄帯製造用の冷却ロール

⑯ 特 願 平1-155647

⑰ 出 願 平1(1989)6月20日

優先権主張

⑱ 昭63(1988)9月27日 ⑲ 日本(JP) ⑳ 特願 昭63-239593

㉑ 発 明 者 行 本 正 雄 千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

㉒ 発 明 者 渋谷 清 千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

㉓ 発 明 者 菅 孝 宏 千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

㉔ 発 明 者 小 沢 三千 晴 千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

㉕ 出 願 人 川崎製鉄株式会社 兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

㉖ 代 理 人 弁理士 杉村 暁秀 外5名

明 細 書

1. 発明の名称 双ロール式急冷薄帯製造用の冷却ロール

2. 特許請求の範囲

1. 熔融金属から急冷凝固により板厚1mm以下の薄帯を直接に製造する際に用いる一対の冷却ロールであって、

周面に施したNiめっき層に、幅:0.05~0.20mm、深さ:0.05~0.15mmおよびピッチ:0.05~2.0mmの溝を形成し、さらにニッケルめっき層の表面をクロムめっき層で被覆してなる双ロール式急冷薄帯製造用の冷却ロール。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、熔融金属から直接薄帯を双ロールによって製造するプロセスに用いて好適な冷却ロールに関する。

(従来の技術)

熔融金属から直接金属薄帯を製造する方法としては、高速回転する冷却ロールの周面に熔融金属

をノズルから流下させて周面上で急冷凝固させる方法がよく知られている。この冷却ロールを用いる方法には単ロール法と双ロール法とがあり、例えば、アモルファス合金薄帯、高珪素鋼薄帯およびステンレス鋼薄帯などの板厚1mm以下の広幅薄帯を製造する場合は板の表面性状、形状の点から双ロール法が有利とされ、その工業化が進められている。

単ロール法または双ロール法を用いる急冷薄帯の製造において、製造後の薄帯の表面に各種の製造欠陥(以下表面欠陥という)が生じることが、工業化へ向けての障害の1つとなっている。

例えば熔融金属と冷却ロールとの熱的な接触不良域が存在し、この領域での凝固が周辺での凝固よりも遅くなるため、接触不良域は線状又は点状の表面欠陥となり、場合によっては不規則なモザイク状の凹み模様、いわゆるディンプルとなる。

これらの表面欠陥を回避することについて特開昭63-501062号公報には、単ロール法においてロール周面にその円周と平行な溝を有する冷却ロー

(2)

ルにより板厚10mm以下の結晶質金属片を作製する方法が提案されている。この方法は単ロール法における薄帯の表面欠陥の防止には有効であるが、双ロール法に適用するには次のような問題を残していた。

すなわち一般に鑄造欠陥は双ロール法では薄帯の幅方向および長手方向に存在し、しかも1ヵ所に集中する傾向がある。その理由は溶融金属を2本の冷却ロールで凝固、圧延するため単ロール法に較べて幅方向、長手方向への溶融金属の流動、凝固層の変形が大きい。このためロール円周と平行な溝では幅方向の拘束には効果があるが、長手方向の鑄造欠陥は防止できない。

また特開昭63-215340号公報には、単ロール法において格子状溝を有する冷却ロールにより、板厚20mm以下の金属薄帯を製造する方法が記載されている。この方法は単ロール法での薄帯の表面欠陥の防止には有効であるが、厚さ1mm以下の薄帯を製造する双ロール法に適用するには問題が残る。

すなわちこの溝付きロールを双ロール法に適用

すると、作成した薄帯の幅中央にひけ巣などの内部欠陥が生じ、またロール溝内での凝固収縮によって溝の縁と接触する部分から割れが発生する。

さらにこの種のロールに共通の問題として、長時間の鑄造を経るとロール表面に摩耗や変形が生じて溝を適正形状に保てないことおよび、急冷薄帯の製造は一般の連続鑄造に比べヒートサイクルが極めて短く熱疲労によってロール表面にクラックが発生し易いため、ロール表面に溝を形成することでさらにロール寿命の低下をまねくこと、がある。

一方連続鑄造の分野においては、これらの問題を解決する手段に関しての開示がある。例えば特開昭55-156642号、同61-92756号、同61-129257号および同61-180649号各公報などには、モールド溝の寿命を延ばすことが記載されている。

しかしながらこれらの手段を双ロール法のロールに適用すると適正形状の溝は得られず、溝付きロールの効果、すなわち溝内での均一凝固やロールのクラック防止は達成されず、表面欠陥のない

薄帯を大量に製造することは難しい。

(発明が解決しようとする課題)

そこでこの発明は、薄帯の表面欠陥、すなわち凝固遅れによるディンプルおよび溶融金属のロール幅方向への流れ又は圧延による湯じわの発生、さらにひけ巣などの内部欠陥を回避し、品質の良好な急冷薄帯の製造を、ロールクラック、ブレークアウトおよび冷却ロールへの巻付きなしに実現するのに有利な冷却ロールを提供することが目的である。

(課題を解決するための手段)

この発明は、溶融金属から急冷凝固により板厚1mm以下の薄帯を直接に製造する際に用いる一對の冷却ロールであって、

周面に施したNiめっき層に、幅：0.05～0.20mm、深さ：0.05～0.15mmおよびピッチ：0.05～2.0mmの溝を形成し、さらにニッケルめっき層の表面をクロムめっき層で被覆してなる双ロール式急冷薄帯製造用の冷却ロールである。

ここで溝とは、ロールの軸線と斜めに交わる方

向あるいは直角もしくは水平方向にのびるものを行い、その形は格子溝、三角溝、六角溝などの多角形溝あるいは円形溝であってもかまわない。

また溝内での均一凝固を促進するため溝ピッチは等しいことが望ましい。

(作用)

従来、冷却ロール表面は400番相当のサンドペーパーで磨かれ、表面粗さを0.3μm Ra程度に仕上げて使用していた。しかし、アルミニウム、銅、けい素鋼もしくはステンレス鋼などの溶融金属が滑らかなロール上で圧延凝固される時には表面欠陥が発生し易い。なおこれらの欠陥はその状況によって点、線、あるいはモザイク状のディンプルもしくは割れとして薄帯の表面において肉眼で認められる。

この発明に従う冷却ロールはその周面に溝を設けることによって、凝固初期において溶融金属が溝内に侵入し、ロール表面に生成した凝固層が溝によって拘束される。これにより幅方向、長手方向への溶融金属の流動、凝固層の変形などが抑制

される。熔融金属と冷却ロールとの熱的な接触不良、凝固層の温度低下に伴う収縮といった現象が生じにくく、また発生しても1箇所に集中しない。このため製造後の薄帯の表面の铸造欠陥を回避する事ができる。

一方、発明者らが特開昭58-205655号公報で開示したように、板厚1mm以下の薄板の製造においては第4図(a)に示すキス点凝固完了型の形態をとる事が望ましい。他方、板厚1mm以上の薄板製造においては第4図(b)に示す圧延型凝固形態をとる事が知られている。この発明の如く板厚1mm以下、すなわちキス点凝固完了型においては上記表面の欠陥もさることながら、凝固層の熱収縮、特にロール面と反対側(自由面)での凝固層の不均一変形は铸造完了時の薄板断面の中心部における巣、あるいは未凝固層を発生させる。これら板厚1mm以下の薄板製造における特異な現象を防ぐためには単にロール表面に溝を付加するだけでは効果なく、溝ピッチ、深さ、幅を十分に検討し、選択する必要がある。

溝加工を施すことが肝要である。

またこれらのめっき層を設けることで、ロール表面でのクラック発生や変形を抑えることもでき、溝を含めたロール形状を高精度で保持し得る。すなわち下地のニッケルめっきは母材の鋼合金に較べて硬度が大きく、伸びも大きい。従ってこの発明で対象とする長時間の铸造を行うと、通常の鋼合金ロールでは激しいヒートサイクルのため熱疲労が発生し、クラック発生や変形が生じるがめっき層の被覆により防止できる。またクロムめっきにより冷却ロールと凝固層との界面での焼付き、巻付きを防ぐ事ができる。

ここに溝は、幅：0.05～0.20mm、深さ：0.05～0.15mmおよびピッチ：0.05～2.0mmを満足することが肝要である。

すなわち溝が幅：0.05mm未満かつ深さ：0.05mm未満では、熔融金属の表面張力が静鉄圧に打ち勝ち溝内に熔融金属が充填しないため凝固核を形成することができず、凝固の均一性が損われ従来のフラットロールで作製した場合と同様に不均一凝

(3) さらに溝は、ロール周面に施したニッケルめっき層に形成し、さらにその上をクロムめっき層で被覆することが肝要である。すなわち溝内での凝固遅れとその部分での凝固収縮の回避には、めっき層へ溝を刻んで均一な緩冷却を実現することが有効である。なぜなら溝によって拘束された凝固層の成長は溝内と溝間では異なり、溝間のロール表面と接触する部分で凝固層成長が大きい(溝内はエアーギャップがあり、熱伝導率が小さい)。ニッケルめっき層に、溝を形成する事により、ニッケルめっきは母材の鋼合金より熱伝導率が小さいため、上記溝内と溝間での凝固層成長のばらつきを少なくし、均一な緩冷却を実現する事ができる。

また表面にクロムめっきを施すと表面にクロム酸化物ができ溶鋼との濡れ性が悪くなり、更に均一な緩冷却を実現する。

なお、母材の鋼合金ロールに溝を加工してからニッケルとクロムめっきで被覆した場合は所定の寸法精度が得られないので、ニッケルめっき層に

固による表面欠陥および断面内部での巣、欠陥が生じる。この現象は板厚1mm以下のキス点凝固完了型の場合に顕著である。またピッチが2.0mmをこえると、ロール周面における平滑部分の面積が増大し溝と溝との間で不均一凝固が生じ、全体に均一な凝固が得られない。

一方幅が0.2mm かつ深さが0.15mmをこえるか、ピッチが0.05mm未満になると、熔融金属が溝の中に深く充填されるため、凝固後の薄板表面が焼付き、板厚1mm以下のキス点凝固完了型では2枚板(2本のロールの各々に板が巻付き)ブレイクアウト又は巻付きが生じ、また長時間の铸造を行うとクラックの発生をまねくことになる。

さらに溝を形成してからニッケルめっきを施すと溝の精度がでないばかりでなく、溝内での熱応力のためにめっき層がはがれるため、溝はニッケルめっき層に形成することが肝要になる。またニッケルめっき層のみではロールへの焼き付きが問題となるため、ニッケルめっき層上にクロムめっきを施す。なおニッケルめっき層は激しいヒート

サイクルによる熱疲労を防ぐため、その厚みは0.2～0.6mmの範囲とすることが好ましく、同様にクロムめっきの厚みは0.01～0.05mmとする。

(実施例)

さてこの発明に従う冷却ロールの好適例を、第1図に示す。

図中1は熱伝導の良好な銅又は銅合金からなるロール胴および2はロール軸で、ロール胴1の周面には軸線3と直交する方向にのび互いに平行に配した溝4を、同図(b)に示すように、同スリーブ5の周面に施したニッケルめっき層6に形成し、さらにその上にクロムめっき層7を被覆してなる。溝4は同図(b)に示すように、この例では断面V字形を示し、その幅W、深さDおよびピッチPを上記した範囲内に設定してなる。

また溝4は第1図に示したものに限らず、例えば第2図(a)～(f)に示す形状でもよい。

なお溝の加工方法としては、ローレット加工、主にNC旋盤およびスロッター加工などの機械加工、フォトリソグラフィ、放電加工およびレーザ加工等

が望ましい。また溝内はブラシワイパーにてクリーニングするのがよい。

次に第3図に示す双ロール式の急冷薄板製造装置に種々の冷却ロールを適用して行った製造について具体的に述べる。なお第3図中8は熔融金属9の供給ノズルおよび10は薄帯である。

第3図に示した装置に表1に示す仕様になる種々の冷却ロールを適用し、インコネル600 (Ni:76wt%, Cr:15wt%, Mn:0.8wt%, Si:0.5wt%, P:7wt%)の熔融金属から幅500mm、厚さ0.5mmの急冷薄帯をそれぞれ製造し、得られた薄帯の表面性状を調べた。その結果を表1に併記する。また製造条件は、ロール周速:3m/s、圧下力:3tおよび出湯温度:1600℃とした。

表 1

No.	め っ き 仕 様			溝加工方法	溝 形 状 (mm)			比 較 例
	第 1 層	第 2 層	第 3 層		P	W	D	
1	Niめっき (0.2mm)	Crめっき (0.015mm)	—	NC旋盤 (縦溝)	2.0	0.2	0.1	ヒートサイズ31で 表面性状良好
2	Niめっき (0.6mm)	Crめっき (0.03mm)	—	NC旋盤 (格子溝)	1.0	0.1	0.05	—
3	Niめっき (2.0mm)	Crめっき (0.2mm)	—	NC旋盤 (2X1%)	2.0	0.05	0.15	—
4	Niめっき (5.0mm)	Crめっき (0.1mm)	—	—	0.5	0.2	0.05	—
5	Niめっき (0.1mm)	Crめっき (0.02mm)	—	NC旋盤 (縦溝)	1.5	0.15	0.05	—
6	Niめっき (0.8mm)	Crめっき (0.1mm)	—	—	0.8	0.12	0.1	—
7	—	—	—	—	2.0	0.5	0.1	ヒートサイズ31で 表面性状良好 クラック発生
8	—	Crめっき (0.015mm)	—	—	3.0	0.3	0.07	—
9	Crめっき (1.0mm)	—	—	化学処理 (格子溝)	5.0	0.1	0.02	溝形状のばらつき有 表面欠陥有
10	Niめっき (0.2mm)	—	—	—	2.0	0.1	0.1	溝形状のばらつき有 ロールに磨損付く
11	—	—	—	—	1.0	0.05	0.05	溝形状のばらつき有 所々表面欠陥有 クラック発生
12	Niめっき (0.5mm)	Crめっき (0.015mm)	—	—	3.0	0.5	0.2	溝形状のばらつき有 所々表面欠陥有
13	Niめっき (3.0mm)	Crめっき (0.1mm)	—	—	5.0	0.05	0.05	溝形状のばらつき有 ロールにクラック発生
14	—	NC溶け (0.015mm)	—	レーザ加工 (格子溝)	2.0	0.05	0.03	ロールにクラック発生 表面欠陥有
15	Niめっき (0.2mm)	Crめっき (0.015mm)	—	—	—	—	—	ヒートサイズ31で 表面性状良好
16	Niめっき (0.2mm)	—	—	NC旋盤 (2X1%)	3.0	0.1	0.1	ローレット加工付 アレークア付
17	Coめっき (0.8mm)	Crめっき (0.02mm)	—	—	5.0	0.2	1.0	ロールに磨損付く 表面欠陥有

・ ( ) 内はめっき厚み

・ ( ) 内は溝タイプ



同表から、№1～6のこの発明に従う冷却ロールを用いて製造された薄帯に表面欠陥はみとめられず、一方ロール周面に溝をそなえる冷却ロール(№7～17)であってもこの発明の適合条件をはずれていると薄帯に表面欠陥がみとめられたり、薄帯の焼付き、ブレイクアウトまたはロールクラックが発生して操業を続けることができなかった。(発明の効果)

この発明の冷却ロールを双ロール式急冷薄帯の製造に適用すれば、表面および内部欠陥のない薄帯を、薄帯の巻付き、ブレイクアウトおよびロールクラックをまねくことなしに製造でき、急冷効果を利用した高強度薄帯の連続的かつ大量の製造を実現し得る。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図(a)は冷却ロールの正面図、同図(b)は冷却ロール表層の断面図、

第2図(a)～(f)は溝の形状を示す模式図、

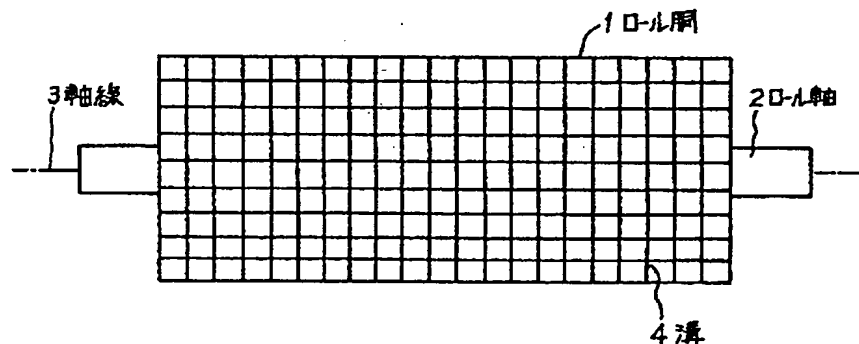
第3図は双ロール式の急冷薄帯製造装置を示す模式図、

(5) 第4図は双ロール凝固形態を示す図である。

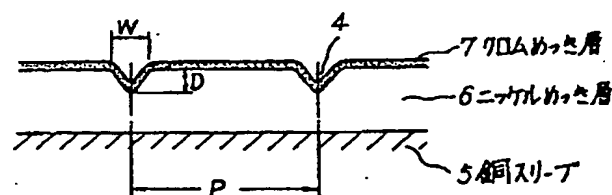
- |             |              |
|-------------|--------------|
| 1 … ロール胴    | 2 … ロール軸     |
| 3 … 軸線      | 4 … 溝        |
| 5 … 銅スリーブ   | 6 … ニッケルめっき層 |
| 7 … クロムめっき層 | 8 … 供給ノズル    |
| 9 … 溶融金属    | 10 … 薄帯      |

### 第1図

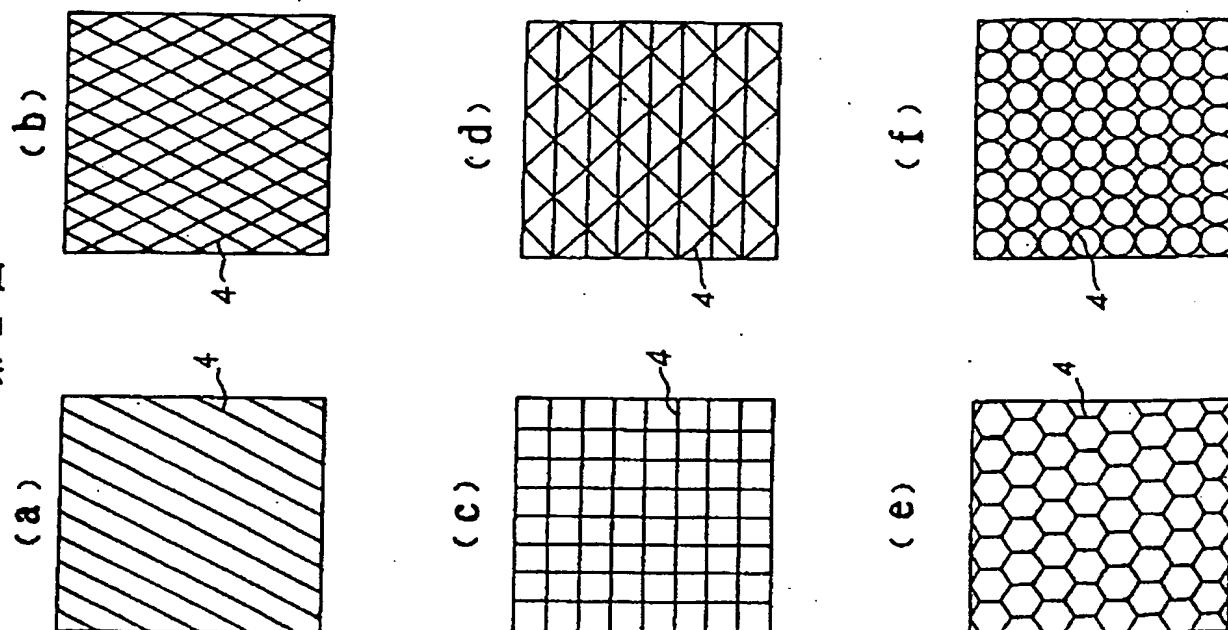
(a)



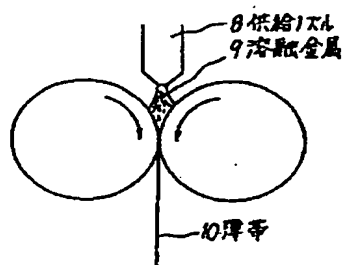
(b)



第2圖



第3圖



第4圖

